

Influence sur le tissu tendino(-musculaire) du mode de contraction en entraînement : modèle animal



Kaux JF, Drion P, Croisier JL, Besançon B,
Libertiaux V, Forthomme B, Colige A,
Le Goff C, Franzen R, Defraigne JO,
Cescotto S, Rickert M, Crielaard JM

Introduction

- Rééducation **excentrique** = thérapeutique de choix.
- **Stanish** (1986) proposa les principales règles d'un programme excentrique.
- Nombreuses études cliniques → programme prolongé de contractions excentriques sous-maximales → diminution significative des symptômes de la tendinopathie (Alfredson 1998, Croisier 2007, Frohm 2007).

Objectif

- Contribuer à une **meilleure définition** de certaines **modifications** induites sur le tissu tendino(-musculaire).
- Comparer les effets (morphologiques et biochimiques) de deux méthodes d'entraînement (**excentrique** et **concentrique**) chez des rats.

Matériel & Méthode

- Protocole **approuvé** au préalable au Comité d'Ethique Animale de l'Université de Liège (Belgique).
- Rats pesés de manière hebdomadaire et examinés quotidiennement.
- Période d'habituation de 2 semaines.

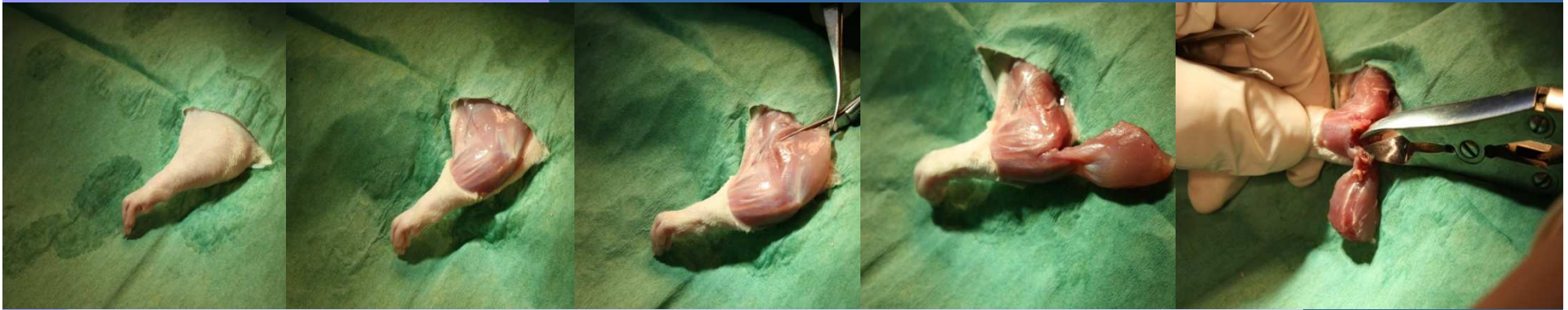
Matériel & Méthode



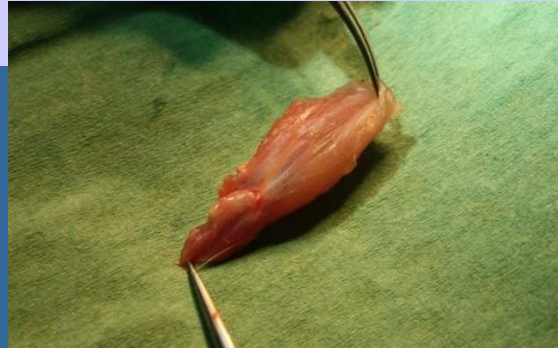
- 18 rats Sprague-Dawley
- Groupe T – Groupe C (+15°) – Groupe E (-15°)
- 12 ont subi exercice de course (17m/s), 1h, 3x/sem, durant 5 sem.
- Ensuite, les tendons **tricipitaux**, **rotuliens** et **achilléens** ont été prélevés sous AG → test de **traction** jusqu'à rupture tendineuse + analyse **histologique**.
- Les tendons entraînés ont été comparés à ceux de rats non entraînés du même âge (groupe témoin).



Préparation des animaux



- Tendon tricipital
- Tendon rotulien
- Tendon achilléen



Bilatéralement

Matériel & Méthode

- Test de traction mécanique jusqu'à rupture



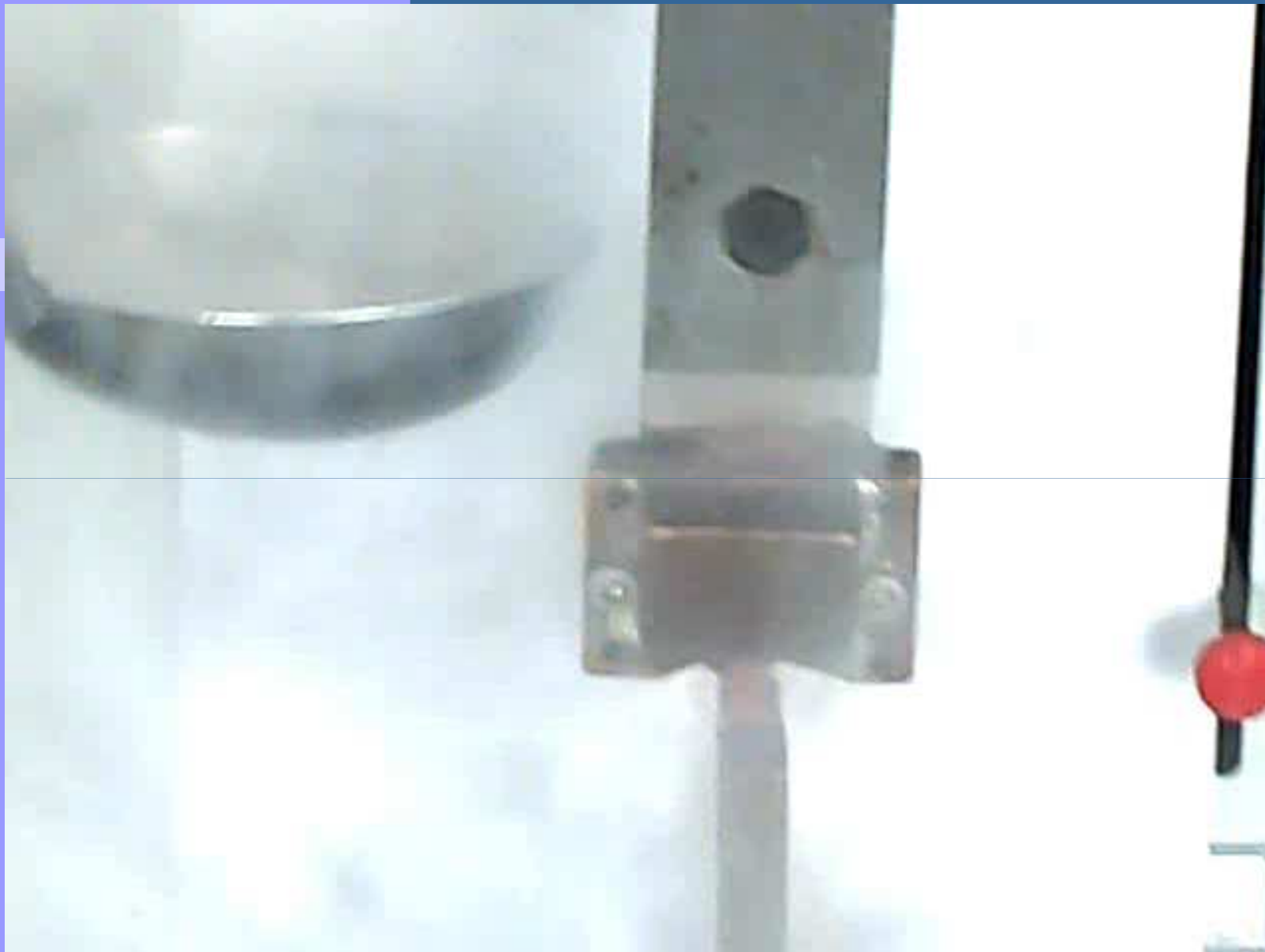
- Coupes histologiques



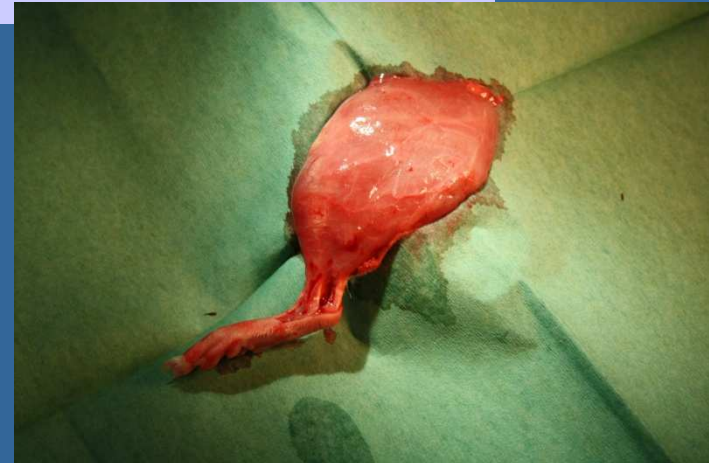
Hématoxyline Eosine



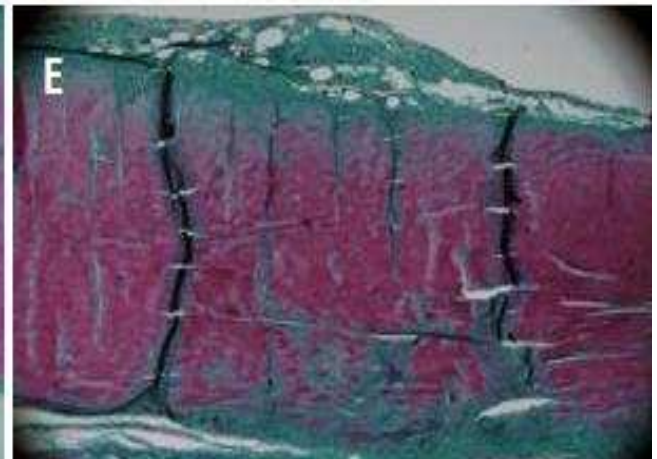
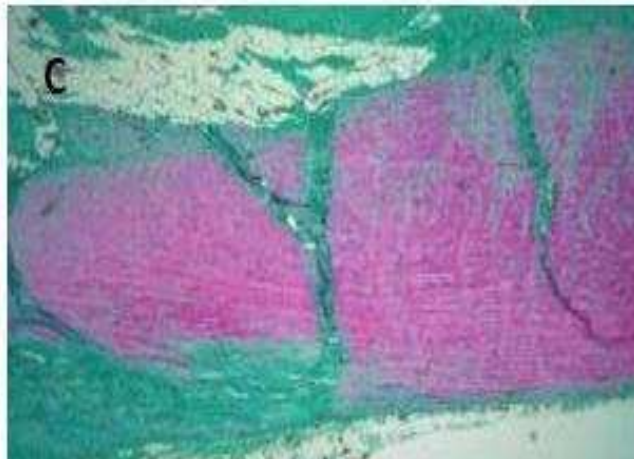
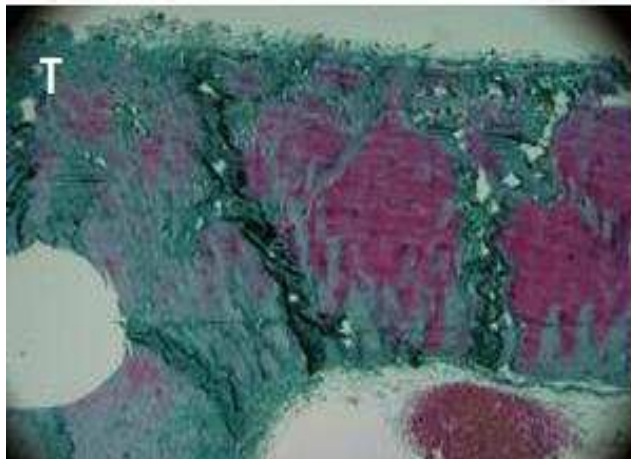
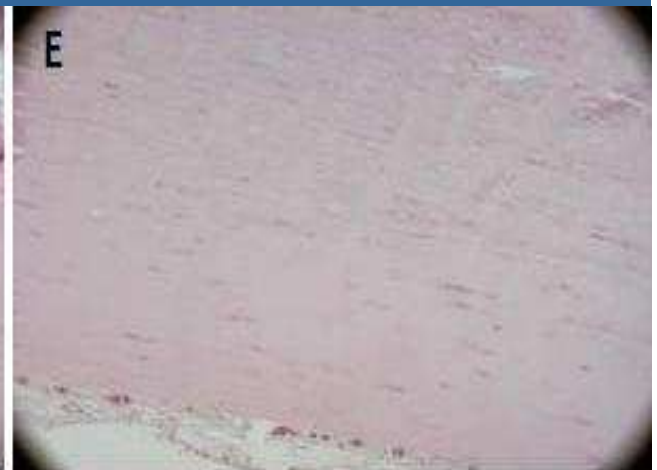
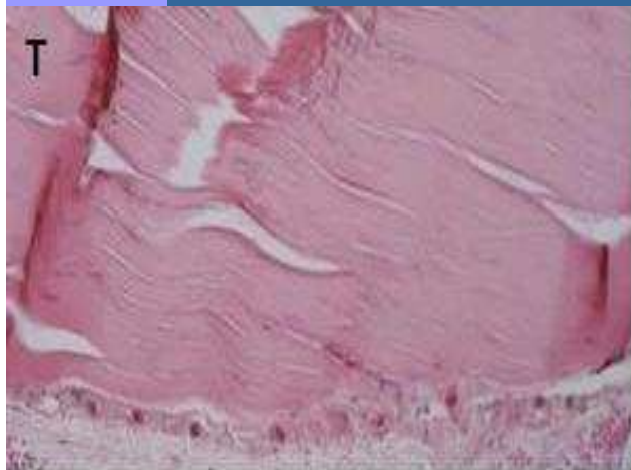
Trichrome de Masson



Résultats



Resultats



Résultats

- Analyse mécanique : tendon ***TRICIPITAL***
 - Tension de rupture : ***Excentrique*** > Témoin (42%)
 - Rapport F/M : ***Excentrique*** > Témoin (35%)
 - Section tendineuse : ***Concentrique*** > Témoin (39%)
Excentrique > Témoin (42%)
 - Contrainte : Différence non significative

Résultats

- Analyse mécanique : tendon **ROTULIEN**
 - Tension de rupture : **Excentrique** > Témoin (23%)
 - Rapport F/M : Différence non significative
 - Section tendineuse : Différence non significative
 - Contrainte : Différence non significative

Résultats

- Analyse mécanique : tendon ***ACHILEEN***
 - **Tension de rupture** : Différence non significative
 - **Rapport F/M** : Différence non significative
 - **Section tendineuse** : Différence non significative
 - **Contrainte** : Différence non significative

Discussion

- Gain de masse musculaire $T < C < E$.
- Cette **hypertrophie** musculaire induite par l'entraînement **excentrique** est décrite chez l'homme (Guilhem 2010, Higbie 1996, Hortobagyi 1996, Seger 1998).

Discussion

- Tendons rotuliens et tricipitaux des rats entraînés → tension de rupture longitudinale supérieure → **activité physique** modérée **améliore** qualités de **résistance** mécanique.
 - Pas de différence significative de valeur de rupture tendineuse des groupes C et T mais bien entre E et T.
 - Effort **excentrique** suscite de manière **plus importante** des remaniements intra-tendineux que l'exercice concentrique (Heinemeier 2007, Kjaer 2009).
- ➔ Démonstration **amélioration** des **qualités mécaniques** par l'entraînement **excentrique** comparé à l'absence d'entraînement.

Discussion

- Exercices **concentrique** et **excentrique** → **augmentation** expression **génique** des facteurs de croissance du tissu tendineux (IGF-1, TGF-1, PGE2 et lysyl-oxydase) (Arnoczky 2004, Heinemeier 2007, Kjaer 2009, Wang 2003).
- Amélioration de la résistance à la traction des tendons rotuliens et tricipitaux entraînés semblerait être associée à une augmentation de la **quantité** et/ou de la **qualité** des fibres de **collagène**.

Discussion

- L'**amélioration de résistance à traction** corrélée à augmentation de la **section tendineuse** significativement plus élevée dans les groupes C et E que dans le groupe T pour le **triceps**.
- Aucune modification significative de surface transversale de tendon d'Achille sain chez l'humain in vivo, mesurée par IRM, n'était observée avant et après un programme excentrique de six semaines (Moureaux 2000).
- Toutefois, durant ce laps de temps, les modifications tissulaires correspondaient principalement à des **remaniements neuromusculaires** (Moureaux 2000).

Discussion



- Aucune différence significative pour les tendons **achilléens** ne s'observe.
- **Moins sollicité** par l'effort excentrique.
- Biomécanique animale : les tendons extenseurs des membres antérieurs → rôle freinateur principal.

Discussion

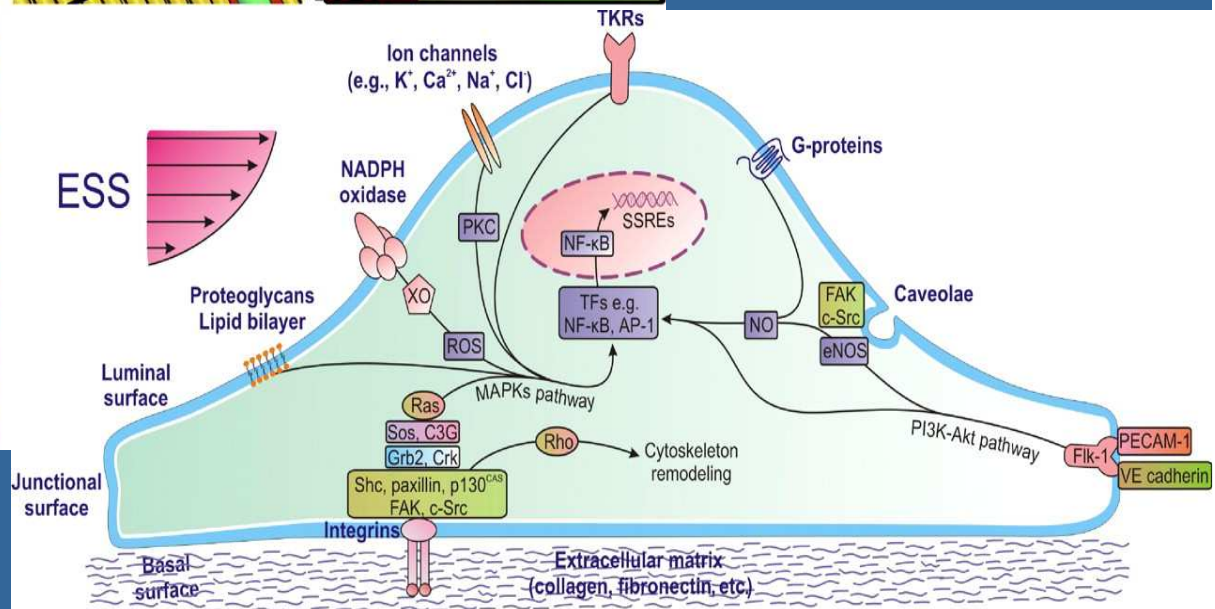
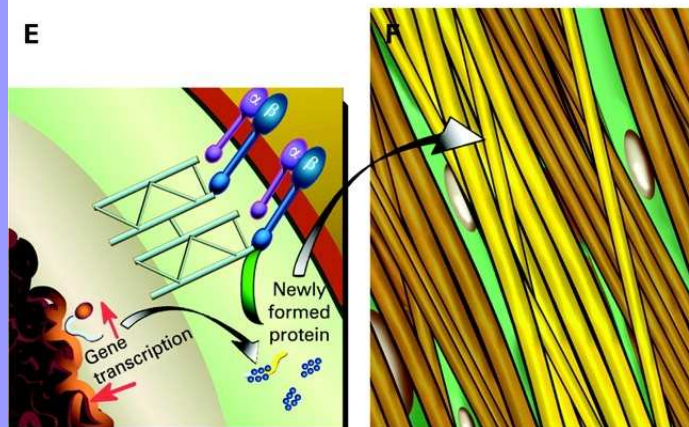
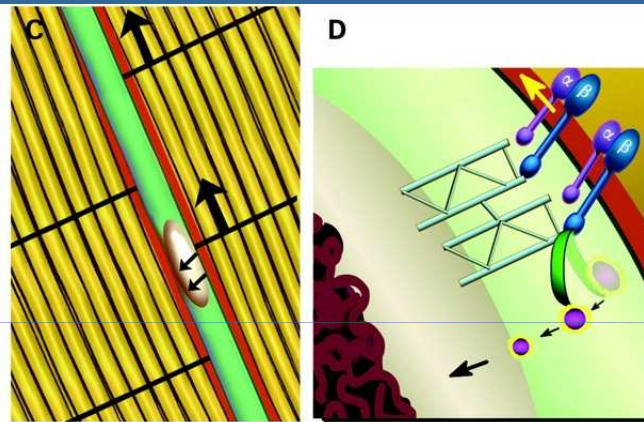
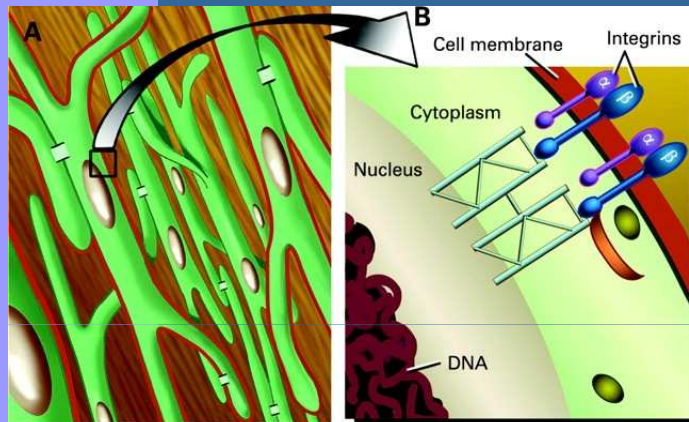
- Aucune différence significative pour les contraintes (F/S) entre les différents tendons dans les 3 groupes.
- Activité concentrique et excentrique → très forte augmentation de l'expression des LOX indiquant une augmentation charge-induite des interactions entre les molécules de collagène (Heinemeier 2007) → amélioration propriétés mécaniques pourrait être en partie due à l'**élévation** du **nombre d'interactions** entre les **fibres de collagène**.

Discussion

- En histologie, l'exercice excentrique induirait une **augmentation** de la synthèse de fibres de **collagène** (Kjaer 2009).
 - Tendons E → quantité de **vaisseaux sanguins** périphériques accrue.
- Ces modifications tissulaires visibles semblent donc correspondre à un processus physiologique normal d'**adaptation** du tendon aux contraintes extérieures.

Traitement actif excentrique

- Mécano-couplage
- Communication cellule-cellule
- Réponse effectrice



Khan 2009

Conclusion



- Effort **excentrique**
 - **augmentation** de la masse **musculaire** et du réseau de **vaisseaux sanguins** au niveau de l'épitenon
 - Le tendon, plus résistant, **augmenterait** sa quantité de **fibres de collagène** et probablement les **interactions** entre elles (mécanotransduction).
- ➔ **amélioration** de la **résistance** à la traction longitudinale **tendineuse**.

Merci de votre attention.

Merci



jfkaux@chu.ulg.ac.be

<http://hdl.handle.net/2268/39977>